

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

Yong-wan JIN et al

Application No.: Unassigned

Filing Date: December 10, 2003

Title: FIELD EMISSION DEVICE

Group Art Unit: Unassigned

Examiner: Unassigned

Confirmation No.: Unassigned

SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following priority foreign application(s) in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

Country: Korea

Patent Application No(s): 2002-78169

Filed: December 10, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy(ies) of said foreign application(s). Said prior foreign application(s) is referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy(ies) is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620

Date: December 10, 2003

By



Charles F. Wieland III

Registration No. 33,096

**KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE**

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

Application Number: Patent Application No. 2002-78169

Date of Application: 10 December 2002

Applicant(s): Samsung SDI Co., Ltd.

16 April 2003

COMMISSIONER

1020020078169

2003/4/17

[Document Name] Patent Application

[Application Type] Patent

[Receiver] Commissioner

[Reference No.] 0010

[Filing Date] 2002.12.10

[IPC] H01J

[Title] Field emission device

[Applicant]

[Name] Samsung SDI Co., Ltd.

[Applicant code] 1-1998-001805-8

[Attorney]

[Name] Young-pil Lee

[Attorney's code] 9-1998-000334-6

[General Power of Attorney Registration No.] 1999-050326-4

[Attorney]

[Name] Hae-young Lee

[Attorney's code] 9-1999-000227-4

[General Power of Attorney Registration No.] 2000-004535-8

[Inventor]

[Name] JIN, Yong Wan

[I.D. No.] 650720-1120511

[Zip Code] 132-020

[Address] 11-106 Sindonga Apt., 272 Banghak-dong, Dobong-gu,
Seoul, Republic of Korea

[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] KIM, Jung Woo

[I.D. No.] 670523-1898910

1020020078169

2003/4/17

[Zip Code] 449-733

[Address] 101-1005 Dongbu Apt., Gugal-ri, Kiheung-eub,
Yongin-city, Kyungki-do, Republic of Korea

[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] JUNG, Jae Eun

[I.D. No.] 610616-1932116

[Zip Code] 134-031

[Address] 204-1702 Samsung Apt., 590 Seongnae 1-dong,
Gangdong-gu, Seoul, Republic of Korea

[Nationality] Republic of Korea

[Inventor]

[Name] PARK, Young Jun

[I.D. No.] 660217-1650410

[Zip Code] 442-370

[Address] 308-604 Jugong Greenville, 1277 Maetan-dong, Paldal-gu,
Suwon-city, Kyungki-do, Republic of Korea

[Nationality] Republic of Korea

[Request for Examination] Requested

[Application Order] We respectively submit an application according to Art. 42 of the
Patent Law and request and examination according to Art. 60 of
the Patent Law, as Above.

Attorney
Attorney

Young-pil Lee
Hae-young Lee

[Fee]

[Basic page] 20 Sheet(s) 29,000 won

[Additional page] 13 Sheet(s) 13,000 won

[Priority claiming fee] 0 Case(s) 0 won

[Examination fee] 14 Claim(s) 557,000 won

[Total] 599,000 Won

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)_1 copy

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0078169
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 10일
Date of Application DEC 10, 2002

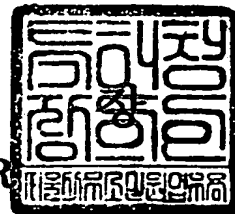
출원인 : 삼성에스디아이 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG SDI CO., LTD.



2003 년 04 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0010
【제출일자】	2002. 12. 10
【국제특허분류】	H01J
【발명의 명칭】	전계방출소자
【발명의 영문명칭】	Field emission device
【출원인】	
【명칭】	삼성에스디아이 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001805-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-050326-4
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-004535-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	진용완
【성명의 영문표기】	JIN, Yong Wan
【주민등록번호】	650720-1120511
【우편번호】	132-020
【주소】	서울특별시 도봉구 방학동 272 신동아아파트 11동 106호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김정우
【성명의 영문표기】	KIM, Jung Woo
【주민등록번호】	670523-1898910

【우편번호】	449-733
【주소】	경기도 용인시 기흥읍 구갈리 동부아파트 101동 1005호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정재은
【성명의 영문표기】	JUNG, Jae Eun
【주민등록번호】	610616-1932116
【우편번호】	134-031
【주소】	서울특별시 강동구 성내1동 590번지 삼성아파트 204동 1702호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박영준
【성명의 영문표기】	PARK, Young Jun
【주민등록번호】	660217-1650410
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 1277 주공그린빌 308동 604호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 이해영 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	13 면 13,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	14 항 557,000 원
【합계】	599,000 원
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

카본 나노 튜브를 이용한 전계방출소자에 관해 개시된다. 개시된 소자는: 다수의 CNT 에미터가 그 상면에 배열되는 캐소드 전극과; 상기 CNT 에미터로부터의 전자가 통과하는 관통공을 가지는 게이트 절연층과; 상기 게이트 절연층의 관통공에 대응하는 것으로 상기 CNT 에미터에 대해 제1방향과 이에 직교하는 제2방향으로 다른 세기의 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀을 가지는 게이트 전극을; 구비하는 것을 특징으로 하는 전계방출소자. 이러한 본 발명의 특징에 따라 전자의 제어가 효과적으로 이루어지고 따라서 색순도 및 휘도가 증가될 수 있다.

【대표도】

도 4

【색인어】

CNT, 에미터, 전자, 제어

【명세서】

【발명의 명칭】

전계방출소자(Field emission device)

【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래 싱글 게이트형 전계방출소자의 개략적 단면도이다.

도 2는 종래 더블 게이트형 전계방출소자의 개략적 단면도이다.

도 3은 실제 제작된 종래 전계방출소자의 현미경 사진이다.

도 4는 종래 전계방출소자의 CNT 에미터와 게이트 홀의 형태 및 배치를 보이는 발
췌도이다.

도 5는 본 발명에 따른 전계방출소자의 제 1 실시예의 개략적 평면도이다.

도 6은 도 5에 도시된 본 발명에 따른 전계방출소자의 개략적 단면도이다.

도 7은 본 발명에 따른 전계방출소자의 제 2 실시예의 개략적 평면도이다.

도 8은 도 7에 도시된 본 발명에 따른 전계방출소자의 개략적 단면도이다.

도 9a는 본 발명에 따른 전계방출소자에 있어서, 비대칭형 게이트 홀에 의한 전자
빔의 발산 양상을 보이는 도면이다.

도 9b는 본 발명에 따른 전계방출소자에 있어서, 비대칭형 게이트 홀에 의한 제 2
방향으로의 전자빔의 발산 양상을 보이는 시뮬레이션 결과를 도시한다.

도 9c는 본 발명에 따른 전계방출소자에 있어서, 비대칭형 게이트 홀에 의한 제 1
방향으로의 전자빔의 발산 양상을 보이는 시뮬레이션 결과를 도시한다.

도 10은 본 발명에 따른 전계방출소자에 의해 형광체층상에 형성되는 전자빔 스폿의 형태를 보이는 도면이다.

도 11a은 본 발명에 따른 전계방출소자에서 4개의 단위 전자총에 의해 스트라이프상의 형광체층의 전자빔을 형성하는 양태를 도시한다.

도 11b는 실제 제작된 본 발명에 따른 전계방출소자의 평면도로서 확장된 비대칭형 슬롯에 의한 전자빔의 주된 발산방향을 설명하는 도면이다.

도 12는 본 발명에 따른 전계방출소자의 제 3 실시예로서 더블게이트형 전계방출소자의 개략적 평면도이다.

도 13은 본 발명에 따른 전계방출소자가 적용되는 칼라표시장치의 캐소드 전극 및 게이트 전극의 배치 구조를 보이는 도면이다.

도 14는 도 13의 A에 대응하는 도면으로서 칼라표시를 위하여 캐소드 전극이 색상별로 분리되어 있는 구조를 보이는 개략적 평면도이다.

도 15는 실제 제작된 본 발명에 따른 전계방출소자의 현미경 사진이다.

도 16은 도 15에 도시된 전계방출소자를 부분적으로 확대한 현미경 사진이다.

도 17은 본 발명에 따른 전계방출소자에서 기판 상에 형성되는 캐소드 전극의 배치 구조를 보인다.

도 18은 도 17에 도시된 캐소드 전극 들 위에 비정질 실리콘 저항층이 형성된 상태를 보이는 현미경 사진이다.

도 19는 본 발명에 따른 전계방출소자의 다른 실시예에 의한 CNT 에미터의 변형례를 도시한다.

도 20은 본 발명에 따른 전계방출소자의 다른 실시예에 의한 CNT 에미터의 다른 변형례를 도시한다.

도 21 내지 도 23은 도 4에 도시된 바와 같은 진원 형태의 종래 두 CNT 에미터의 부분별 전자발산의 시뮬레이션 결과를 보인다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<25> 본 발명은 전계방출소자에 관한 것으로 특히 카본 나노 튜브(carbon nano tube, CNT))를 이용 전계방출소자에 관한 것이다.

<26> 카본나노튜브(CNT)는 작은 직경과 튜브 끝의 날카로움으로 인해 전계 방출이 대단히 낮은 전압에서도 이루어지는 재료로서, C60(fulleren)과 물성이 유사하나 튜브 형태로 우수한 전자방출 특성, 화학적, 기계적 내구성을 가지고 있으며 그 물성 및 응용성이 연구 되어 오고 있는 실정이다. 현재 전계방출디스플레이(field emission display)용으로 사용되는 스피트 타입(Spindt-type) 전계방출소자는 전자가 방출되는 에미터로서의 마이크로 팁을 이용한다. 이러한 마이크로 팁은 전계 방출시 분위기 개스 및 불균일한 전계 등의 영향으로 수명이 단축되는 문제점을 안고 있다. 또한, 전계방출을 위한 구동 전압을 낮추기 위하여는 일함수(work function)가 낮추어져야 하나 기존의 금속 마이크로 팁으로서의 한계가 있다. 이를 극복하기 위한 물질로서 개구율(aspect ratio)이 극히 높고, C60와 유사한 구조를 가져 내구성이 우수하고 전자 전도성이 뛰어난 카본나노 튜브를 전자방출원으로 사용하는 전계방출어레이가 개발되고 있다.

<27> 도 1은 하나의 게이트 전극을 가지는 종래 전계방출어레이의 단위 CNT 전자총의 단면 구조를 개략적으로 도시한다.

<28> 기판(1) 상에 캐소드 전극(2)이 형성되어 있고 그 위에 캐소드 전극(2)을 일부 커버하며 캐소드 전극(2)의 중앙 부분을 노출시키는 개구부(3a)를 가지는 캐소드 절연층(3)이 형성되어 있다. 캐소드 절연층(3) 위에는 캐소드 절연층(3)의 개구부(3a)에 비해 큰 관통공(4a) 및 게이트 홀(5a)을 각각 가지는 게이트 절연층(4) 및 게이트 전극(5)이 형성된다. 한편, 상기 캐소드 전극(2)의 상면에는 성장되거나 도포된 CNT 에미터(8)가 마련된다. 도 1에서 참조번호 "9"는 전면판이며 9b는 애노드 전극, 9c는 형광체층이다.

<29> 도 2는 두 개의 게이트 전극을 가지는 종래 전계방출어레이의 단위 CNT 전자총의 단면 구조를 개략적으로 도시한다. 이 전자총은 도 1에 도시된 전자총에 제2게이트 절연층(6) 및 이 상면의 제 2 게이트 전극(7)이 부가된 구조를 가진다. 구체적으로 살펴보면, 캐소드 절연층(3) 위에는 캐소드 절연층(3)의 개구부(3a)에 비해 큰 관통공(4a) 및 제1게이트홀(5a)을 가지는 제1게이트 절연층(4) 및 제1게이트 전극(5)이 형성된다. 그리고 제1게이트 전극(5) 위에는 제1게이트 전극(5)의 제1게이트홀(5a)에 비해 큰 관통공(6a) 및 제2게이트홀(7a)을 가지는 제2게이트 절연층(6) 및 제2게이트 전극(7)이 형성되어 있다. 한편, 상기 캐소드 전극(2)의 상면에는 성장되거나 도포된 CNT 에미터(8)가 마련된다.

<30> 도 2에 도시된 구조의 전계방출소자는 도 1에 도시된 전계방출소자와는 달리 두 개의 제 1, 제 2 게이트 전극을 가짐으로써 내부의 아킹방지 및 효과적인 포커싱 등의 전자 제어가 가능하다. 도 3은 하나의 화소에 4개의 단위 전자총이 배열된 종래 구조의 전

계방출소자의 평면사진이며, 종래 CNT 전계방출소자에서 CNT 에미터(8) 및 게이트 전극의 개구부(8, 6a)의 형태 및 관계를 발췌 도시한다.

<31> 이와 같은 CNT 전자총을 이용한 전계방출소자는 스피트 타입의 마이크로 팁과는 달리 캐소드 전극 상의 대부분의 CNT 에미터의 대부분의 CNT로부터 전자를 방출하기 때문에 전류밀도가 높은 장점을 가지나, 반면에 이러한 넓은 범위로 방출되는 전자가 주어진 영역의 형광체 뿐 아니라 다른 영역의 형광체에 까지 도달할 수 있다. 따라서 CNT를 전자방출물질로 이용하는 전계방출소자에 있어서 CNT 로부터 방출되는 전자를 효과적으로 제어하지 못하면 색순도, 휘도 등에 불리하게 된다.

<32> 또한, 종래 전계방출소자의 각 단위 전자총은 하나의 화소에 대응하여 도 4에 도시된 바와 같이 실질적으로 진원의 형태로 형성된 CNT 에미터와 이에 대응하는 진원 형태의 게이트 전극의 개구부(5a, 6a)를 각각 구비한다. 따라서, 각 단위 전자총으로부터 모든 방향으로 골고루 확산되는 전자가 방출되게 되는데, 이러한 전자의 방출은 전술한 바와 같은 다른영역의 형광체에 도달됨으로써 색순도 및 휘도 저하에 더욱 악영향을 미친다.

<33> 이와 같이 하나의 화소에 대응하여 다수의 단위 전자총이 마련되는 구조의 전계방출소자에서 양질의 화질을 얻기 위해서는 각 단위 전자총으로부터 방출된 전자를 주어진 형광체로만 수렴하고 다른 영역으로는 진행하지 않도록 하는 것이 필요하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<34> 본 발명은 다수의 단위 전자총의 CNT 에미터로부터 방출되는 전자를 효과적으로 제어할 수 있는 CNT 전계방출소자를 제공함에 그 목적이 있다.

<35> 본 발명은 양질의 화상을 구현할 수 있는 CNT 전계방출소자를 제공함에 그 다른 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<36> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 전계방출소자의 한 유형은:

<37> 다수의 CNT 에미터가 그 상면에 배열되는 캐소드 전극과;

<38> 상기 CNT 에미터로부터의 전자가 통과하는 관통공을 가지는 게이트 절연층과;

<39> 상기 게이트 절연층의 관통공에 대응하는 것으로 상기 CNT 에미터에 대해 제1방향과 이에 직교하는 제2방향으로 다른 세기의 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀을 가지는 게이트 전극을; 구비하는 전계방출소자가 제공된다.

<40> 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 전계방출소자의 다른 유형은:

<41> 제1방향으로 연장되는 다수 나란한 캐소드 전극과;

<42> 상기 제1방향에 직교하는 제2방향으로 연장되는 것으로 캐소드 전극이 겹쳐지는 부분에 제1방향과 제2방향으로 서로 다른 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀이 형성되어 있는 다수 나란한 게이트 전극과;

<43> 상기 각 게이트 홀에 대응하여 상기 캐소드 전극 상에 형성되는 다수의 CNT 에미터와;

<44> 상기 캐소드 전극과 게이트 전극의 사이에 개재되며 상기 CNT 에미터로부터의 전자가 상기 게이트 홀로 진행하도록 허용하는 관통공이 형성되어 게이트 절연층을; 구비한다.

- <45> 또한, 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 전계방출소자의 또 다른 유형은:
- <46> 제1방향으로 연장되는 다수 나란한 캐소드 전극과;
- <47> 상기 제1방향에 직교하는 제2방향으로 연장되는 것으로 캐소드 전극이 겹쳐지는 부분에 제 1 게이트 홀이 형성되어 있는 다수 나란한 제 1 게이트 전극과;
- <48> 상기 캐소드 전극과 제 1 게이트 전극의 사이에 마련되는 상기 제 1 게이트 홀에 대응하는 제 1 관통공이 마련되어 있는 제 1 게이트 절연층과;
- <49> 상기 제 1 게이트 홀에 대응하는 제 2 관통공을 가지는 제 2 게이트 절연층과;
- <50> 상기 제 2 게이트 절연층상에 형성되는 것으로, 제 1 방향과 제2방향으로 서로 다른 강도의 비대칭적 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀이 형성된 제 2 게이트 전극을; 구비한다.
- <51> 다수의 CNT 에미터가 그 상면에 배열되는 캐소드 전극과;
- <52> 상기 CNT 에미터로부터의 전자가 통과하는 관통공을 가지는 게이트 절연층과;
- <53> 상기 게이트 절연층의 관통공에 대응하는 것으로 상기 CNT 에미터에 대해 제1방향과 이에 직교하는 제2방향으로 다른 세기의 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀을 가지는 게이트 전극을; 구비하는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.
- <54> 상기 본 발명의 전계방출소자의 유형들에 있어서, 상기 게이트 홀은 일방향으로 연장된 슬롯 형태이며, 특히 게이트 전극의 연장방향에 나란하게 연장되는 것이 바람직하다.

<55> 또한 본 발명의 전계방출소자에 있어서, 상기 CNT 에미터는 적어도 두 개가 마주 보게 형성되며, 마주 보는 두 개의 CNT 에미터가 상기 비대칭적 게이트 홀의 하나에 대응하도록 형성되며, 바람직하게는 마주 보는 상기 두 CNT 에미터는 상호 마주 보는 부분이 호형이며 그 반대편은 결여된 반달 또는 초승달 형태를 가진다.

<56> 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 전계방출소자의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 먼저, 본 발명에 따른 전계방출소자는 X - Y 매트릭스형으로 배치되는 다수 나란한 캐소드 전극과 게이트 전극을 구비하며, 캐소드 전극과 게이트 및 이들교차부에 마련되는 CNT 에미터의 적층구조는 기본적으로 전술한 종래 전계방출소자와 실질적으로 동일할 수 있고 또는 이미 알려진 다른 전계방출소자와 같을 수 있다. 따라서 이러한 기술적 배경을 가지는 본원 발명의 세부적인 기본 구조에 대해서는 깊이 설명되지 않으며, 본 발명에 따른 전계방출소자의 기술적 특징은 후술되는 상세한 설명을 통해 명백해 진다.

<57> 도 5는 X - Y 매트릭스 구조로 캐소드 전극과 게이트 전극이 배치되는 전계방출소자에 있어서, 본 발명의 기본적인 구조를 설명하기 위한 전계방출소자의 제1실시예의 개략적 발체 평면도이며, 도 6은 그 단면도이다.

<58> 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 기판(SUBSTRATE)상에서, 제1방향(도면에서 수직방향)의 캐소드 전극(K)과 제2방향(도면에서 수평방향)의 게이트 전극(G)이 직교하는 방향으로 배치되고 이들 사이에 절연층(I)이 마련되어 있다. 그리고 캐소드 전극(K)과 게이트 전극(G)간의 교차부에 본 발명의 한 실시예에 따라 4개의 CNT 에미터(E)가 마련되어 있으며, 그러나 다른 실시예들에 따르면 한 개만 형성될 수도 있고 또는 그 이상 형성될 수도 있다. 상기 CNT 에미터는 캐소드 전극(K)상에 형성되며, 게이트 전극(G)에는

상기 CNT 에미터(E)들 각각에 대응하는 4개의 횡장형 게이트 홀(H)이 형성되어 있다.
 그리고, 상기 절연층(I)은 일반적인 전계방출소자에서와 같이 상기 게이트 전극과 캐소드 전극을 전기적으로 절연하며, 상기 CNT 에미터에 대응하는 관통공(T)를 가진다.

<59> 도 7은 도 5 및 도 6에 도시된 본 발명에 따른 전계방출소자의 다른 변형례로서 하나의 횡장형 게이트 홀(H')에 두 개의 CNT 에미터(E)가 대응되게 배치된 제 2 실시예의 개략적 평면도이며, 도 8은 그 단면도이다.

<60> 도 7에 도시된 바와 같이, 기판(SUBSTRATE)상에서, 제1방향(도면에서 수직방향)의 캐소드 전극(K)과 제2방향(도면에서 수평방향)의 게이트 전극(G)이 직교하는 방향으로 배치되고 이들 사이에 절연층(I)이 마련되어 있다. 그리고 캐소드 전극(K)과 게이트 전극(G)간의 교차부에 본 발명의 한 실시예에 따라 4개의 CNT 에미터(E)가 마련되어 있으며, 그러나 다른 실시예들에 따르면 한 개만 형성될 수도 있고 또는 그 이상 형성될 수도 있다. 상기 CNT 에미터는 캐소드 전극(K)상에 형성되며, 게이트 전극(G)에는 하나 당 인접한 두 CNT 에미터(E)에 대응하는 2개의 횡장형 게이트 홀(H')이 형성되어 있다. 그리고, 상기 절연층(I)은 일반적인 전계방출소자에서와 같이 상기 게이트 전극과 캐소드 전극을 전기적으로 절연하며, 상기 CNT 에미터에 대응하는 관통공(T)를 가진다.

<61> 위에서 설명된 두 실시예의 공통적인 특징은 CNT 에미터(E)로 부터의 전자방출을 유도하는 게이트 전극(G)의 게이트 홀(H, H')이 일방향으로 연장된 비대칭적 구조를 가지고 있다는 점이다. 이러한 비대칭적 구조의 게이트홀(H, H')은 제1방향과 이에 직교하는 제2방향으로 서로 다른 비대칭 전계를 형성한다. 이러한 비대칭적 전계는 CNT

에미터(E)에서의 국부적인 전자방출 차이를 발생시킨다. 도 9a는 본 발명을 특징지우는 횡장형 게이트 홀에 의한 전자빔의 생성 및 형광체층에 대한 스폿 형성을 상태를 보이는 시뮬레이션 결과를 보이며, 도 9b는 게이트홀(H, H')의 좁은 방향 즉 제1방향으로의 전자빔 발산을 보이는 시뮬레이션 결과를 보이며, 그리고 도 9c는 게이트홀(H, H')의 넓은 방향 즉 제2방향으로의 전자빔 발산을 보이는 시뮬레이션 결과를 보인다. 도 9a 내지 도 9c에 도시된 바와 같이 전계 방출시, 게이트 홀(H)에서 제1방향 즉 캐소드 전극(K)의 길이방향으로는 매우 강한 전기장이 형성되고, 그리고 제2방향으로는 상대적으로 매우 약한 전기장이 형성된다. 따라서, 강한 전기장이 형성되는 제1방향으로 전자빔의 발산각이 커지게 되고 제2방향으로는 작아지게 된다. 따라서, 형광체층에서 상기 게이트 홀(H)의 확장방향에 직교하는 방향으로 신장된 형태의 비대칭형 빔 스폿이 형성되게 된다. 도 10은 상기와 같은 비대칭적 게이트 홀을 가지는 전계방출소자의 시뮬레이션에 의한 형광체층상의 전자빔 스폿의 형상을 보인다.

<62> 이상과 같은 비대칭적 게이트 홀(H, H')에 의한 비대칭적 전계는 전자빔을 제어하여 일방향으로 연장된 빔 스폿을 형성할 수 있게 된다. 이러한 빔 스폿의 제어는 종래의 기술에서 문제가 되었던 전자빔의 불필요한 확장을 억제하여 목적하는 형광체층에만 전자빔 스폿을 형성할 수 있게 된다. 즉, 도 11은 도 7에 도시된 전계방출소자에 의한 형광체층 상의 전자빔 스폿 형성을 보여주는 도면이다. 도 11에 도시된 바와 같이, 캐소드 전극(K)상의 네 개의 CNT 에미터로부터 전자빔이 방출됨에 있어서, 게이트 전극(G)에 형성되는 제 2 방향의 비대칭적 게이트 홀(H')에 의해 제1방향으로 연장되는 전자빔 스폿이 형광체층상에 형성된다. 이때에 전자빔 스폿들과 형광체층이 제1방향으로 같이 연장되므로 전자빔이 형광체층 상에만 형성될 수 있게 된다. 즉, 도 11에 도시된 전계방출

소자는 하나의 화소에 대응하여 4개의 단위 전자총을 가지며, 이들 각 단위 전자총은 형광체층 상에 임의점을 근방으로 전자빔을 조사하며, 이때에 횡장형(제1방향) 게이트 홀에 의해 종방향(제2방향)으로 신장된 비대칭형 전자빔 스폿을 형성하게 된다. 이러한 종장형의 전자빔 스폿의 형성은 화상표시장치에서 스트라이프 타입의 형광체층의 구조에 부합되며 따라서 높은 색순도와 휘도를 화상표시를 가능하게 한다.

<63> 도 12는 하나의 화소에 대응하여 전술한 실시예 보다 더 많은 단위 전자총이 배열되는 본 발명에 따른 전계방출소자의 제3실시예의 개략적 평면도이다.

<64> 도 12를 참조하면 종방향(제1방향)으로 연장되는 두 개의 캐소드 전극(K)이 횡방향(제2방향)으로 배열되어 있고, 전술한 실시예들에 비해 큰 폭을 가지는 게이트 전극(G)이 제2방향으로 연장되어 있다. 게이트 전극(G)과 캐소드 전극(K) 들의 사이에는 절연층(I)이 개재되어 있다. 상기 게이트 전극(G)과 각 캐소드 전극(K)의 각 교차부에는 8개의 단위 전자총을 구성하는 CNT 에미터(E) 및 두 개씩의 CNT 에미터에 대응하는 4개의 횡장형 게이트 홀(H')이 형성되어 있다. 본 실시예는 전술한 실시예의 다른 변형례로서 전자빔 제어 메커니즘은 전술한 바와 같다.

<65> 상기와 같은 본 발명에 따른 전계방출소자의 특징으로 CNT 에미터로부터 전자를 이끌어 내어 전자빔화하는 게이트 홀의 형상에 있으며, 이러한 형상은 게이트 전극이 두 개가 적용되는 소위 더블 게이트형 전계방출소자에도 적용될 수 있다.

<66> 도 12는 본 발명에 따른 더블 게이트형 전계방출소자의 한 실시예를 보인다.

<67> 도 12를 참조하면, 제1방향의 캐소드 전극(K)과 제2방향의 제1게이트 전극(G1)이 직교하는 방향으로 배치되고 이들 사이에 제1절연층(I1)이 마련되어 있다. 제1게이트 전

극(G1) 상에는 제2절연층(I2)이 마련되고, 제2절연층(I2)상에는 제2게이트전극(G2)이 마련된다. 공지된 바와 같이 상기 캐소드 전극(K)들과 제1게이트전극(G1)들은 X-Y 매트릭스 구조로 배치되며, 상기 제2게이트 전극(G2)은 단일층으로서 제2절연층(G2)상에 형성된다. 상기 캐소드 전극(K)들과 게이트 전극(G)들간의 각 교차부마다 본 발명의 한 실시예에 따라 4개의 CNT 에미터(E)가 마련되어 있다.

<68> 상기 CNT 에미터는 캐소드 전극(K)상에 형성되며, 제1게이트 전극(G)에는 상기 CNT 에미터(E)들 각각에 대응하는 진원형태의 4개의 게이트 홀(H1)이 형성되어 있다.

그리고, 상기 제1, 제2절연층(I1, I2)은 일반적인 전계방출소자에서와 같이 상기 제1, 2게이트 전극들과 캐소드 전극들을 상호 전기적으로 절연하며, 상기 CNT 에미터에 대응하는 관통공(미도시)을 가진다.

<69> 이상과 같은 더블 게이트형 전계방출소자에서 전자빔의 비대칭적 제어는 제2게이트 전극에 형성된 비대칭형 게이트 홀에 의해 이루어진다. 여기에서, 본 실시예에서는 비대칭형 게이트 홀이 최상층의 제 2 게이트 전극(G2)에 형성되어 있으며 이 하부의 제1게이트 전극(G2)의 게이트 홀은 종래 구조대로 진원의 형태를 가진다. 그러나 다른 실시예에 따르면 상기 제 1 게이트 전극(G2)에도 비대칭형 게이트 홀이 형성될 수 있으며 이때에 제1게이트 전극(G1)과 제2게이트 전극(G2)의 각 게이트 홀(H1, H2)는 동방향으로 연장된다.

<70> 도 13은 칼라 디스플레이를 위한 캐소드 전극 및 게이트 전극 배치 구조를 개략적으로 보이는 본 발명에 따른 전계방출소자의 개략적 구성도 이다.

<71> 도 13를 참조하면, 제1방향으로 연장되는 3개의 제1, 제2, 제3서브캐소드 전극(Kr, Kg, Kb)를 가지는 캐소드 전극(Y1, Y2 ~ Ym)이 다수 나란하게 배치되고 그리고 제1방향

(Y)에 직교하는 제2방향(X)으로 연장되는 게이트 전극(X1, X2, X3 ~ Xn) 이 다수 나란하게 배치되어 있다. 상기 서브 캐소드 전극(Kr, Kg, Kb)은 일반적인 칼라표시장치에서와 같이 적, 녹, 청 삼색의 화상을 각각 표현하기 위한 것이다.

<72> 각 캐소드 전극(Y1 ~ Yn)과 게이트 전극(X1 ~ Xn)의 교차부(A)는 칼라 화소영역(color PIXEL)에 해당하며, 따라서 이 부분에 전자방출을 위한 수단, CNT 에미터(E) 및 이에 대응하는 게이트 홀(H)이 존재한다. 도 13의 A 부분의 확대도인 도 14를 참조하면, 서브 캐소드 전극(Kr, Kg, Kb) 상에 CNT 에미터(E)가 형성되어 있다. 각 서브 캐소드 전극(Kr, Kg, Kb) 상에서 한 줄 당 두 개의 CNT 에미터(E)가 형성되어 있다. 그리고 게이트 전극(G)에는 하나당 두 개의 CNT 에미터(E)에 대응하는 횡장형 게이트 홀(H)이 다수 형성되어 있다. 도 14는 하나의 게이트 전극에 의한 전자총의 구조를 보이지만, 전술한 바와 같이 이것은 전술한 바와 같은 더블 게이트에 의한 전자총의 구조로 대체될 수 있다.

<73> 상술한 실시예들은 화상표시장치에 적용되며 특히 상기한 바와 같이 칼라 화상표시장치에 적용될 수 있다. 칼라화상표시장치는 하나의 칼라화소가 적, 녹, 청 단위 화소의 조합으로 이루어지며 따라서 이에 대응하는 캐소드 전극 및 게이트 전극 배열을 가진다. 일반적으로 캐소드 전극은 적, 녹, 청 단위 화소에 대응하게 배열된다. 이러한 전극들의 배열들은 잘 알려져 있으므로 더 이상 설명되지 않는다.

<74> 상기 캐소드 전극은 전기적 통로로서 ITO 등과 같은 투명성 도전체 또는 은페이스트 등의 불투명성 도전체 또는 두가지 재료 이상으로 된 적층 구조등으로 형성될 수 있다.

- <75> 도 15은 실제 제작된 본 발명에 따른 전계방출소자의 현미경 사진이며, 도 16은 좀 더 확대해 보인 전계방출소자의 현미경 사진이다. 도 15 및 도 16에서 길게 연장된 슬릿은 게이트 홀을 나타내며 그 안 쪽에 있는 점은 CNT 에미터이다.
- <76> 도 17은 본 발명의 전계방출소자에 있어서, 최하위의 캐소드 전극의 배치 구조를 보이는 현미경 사진이다. 도 17에서 대상(帶狀)으로 밝은 부분이 ITO 로 형성된 캐소드 전극이다. 캐소드 전극에서 사각형 테두리로 나타나는 부분은 ITO가 제거된 부분으로서 그 안쪽의 밝은 사각형 영역은 CNT 에미터가 형성되는 영역이다.
- <77> 도 18은 도 17에 도시된 ITO 캐소드 전극 상에 대상(帶狀)의 저항층이 형성된 상태를 보이는 현미경 사진이다. 각 저항층은 각 캐소드 전극 상에 형성된다. 이때에 사각형 에미터 형성영역에서 CNT 에미터가 실제 형성될 부분에 관통공이 형성되고 따라서 이 부분에서 ITO 전극은 노출된다. 도 18에 저항층에 형성된 작은 원형 관통공이 도시되어 있다. 이 저항층에 의해 전술한 사각형의 에미터 형성 영역은 저항층에 의해 대상의 ITO 전극과 전기적으로 연결된다. 이러한 전극 및 저항층의 배열은 화소 간 크로스 토크 및 전기적 특성을 고려한 것이다.
- <78> 상기한 바와 같은 본 발명의 전계방출소자는 게이트 홀의 비대칭화에 의해 일방향으로 신장된 비대칭형 전자빔 스폿을 형성하는 것에 그 특징이 있다. 이러한 특징은 게이트 홀의 형태의 변형에 의해 비대칭적 전계를 형성하는 것에 의해 달성된다. 종국적으로 빔스폿의 비대칭화는 빔스폿이 일방향으로 신장되도록 하여 형광체층에서 주어진 영역이 아닌 다른 영역으로 침범하지 않도록 하는 것이다. 일반적으로 캐소드 전극은 형광체 스트라이프와 동방향으로 연장되므로 전자빔 스폿은 형캐소드 전극 또는 형광체층의 연장방향으로 신장되게 하는 것이 바람직하다.

<79> 이러한 빔스폿의 비대칭화는 상기와 같은 실시예에서 설명된 게이트 전극의 게이트 홀의 비대칭화와 더불어 CNT 에미터의 형상을 변경함으로써 더욱 효과적으로 이루어 질 수 있다.

<80> 도 19는 본 발명에 따라 CNT 에미터의 변형례를 도시한다.

<81> 도 19에 도시된 바와 같이 횡장형의 게이트 홀의 안쪽에 반달형으로 형성된 CNT 에미터가 한 쌍이 마련되어 있다. 이때에 한 쌍의 CNT 에미터가 마주보는 부분은 호형이며 바깥쪽은 결여되어 있는 반달형이다. 한편 도 20에 도시된 CNT 에미터의 다른 변형례에서는 CNT 에미터가 초승달형이다. 이러한 CNT 에미터의 형태는 전술한 비정질 저항층에 형성되는 관통공 또는 개구부의 형상에 의해 제거가 가능하다.

<82> 이와 같이 CNT 에미터들의 바깥쪽 부분을 결여, 즉 제거한 것으로 CNT 에미터의 바깥쪽으로 부터의 전자방출을 억제시키고자 하는 것이다. CNT 에미터의 바깥쪽에서 방출된 전자는 가장 넓게 방출될 뿐 아니라 실제 각 화소에 대응하는 형광체에 도달하지 않는 부분이다.

<83> 전계 방출 소자를 구성한 후 필드 에미션 디스플레이를 만들기 위해서는 전자가 원하는 색상의 형광체에만 충돌되도록 하는 것이 색순도와 휘도 향상에 도움이 된다. 즉, 도 4에 도시된 형태의 종래 CNT 에미터는 원형의 형태를 가지고 있기 때문에 이로부터 방출된 전자가 주어진 형광체가 아닌 인접한 다른 형광체에 충돌함으로써 색순도를 떨어뜨리고, 그리고 목표로 하는 형광체에 도달되지 않음으로 인해 목표하는 형광체에서의 발광휘도가 떨어지게 된다.

- <84> 진원의 형태를 가지는 종래 구조의 CNT 에미터에 대한 전계방출소자의 전계 방출 시뮬레이션 결과가 도 21 내지 도 23에 도시되어 있다. 도 21은 마주 보는 두 CNT 에미터의 중앙부분에서의 전자의 발산, 도 22는 마주 보는 두 CNT 에미터의 마주 보는 안쪽에서의 전자 발산 그리고 도 23은 마주 보는 두 CNT의 상반된 양 외곽 부분에서의 전자 발산을 나타낸다.
- <85> 도 21에 도시된 바와 같이 양 CNT 에미터의 각 중앙부에서 나오는 양쪽의 전자빔은 바로 위의 형광체로 날아가지 않고 외곽부분으로 발산되는 방향으로 진행한다. 그리고 도 23에 도시된 바와 같이 두 CNT 에미터의 외곽부에서 나오는 전자빔은 마찬가지로 형광체로 날아가지 않거나 게이트 전극으로 진행하여 게이트 누설전류를 발생시킨다. 그러나 도 22에 도시된 바와 같이 양 CNT 에미터의 각 내측에서 방출되는 전자빔은 주로 바로 위에 있는 형광체측으로 크게 확산됨이 없이 주로 날아가게 된다.
- <86> 상기와 같이 마주 보는 두 CNT 에미터의 상반된 양 외곽부분을 결여시킴으로써 도 23에 도시된 바와 같은 현상을 방지한다. 본 발명은 상기와 같은 전자진행 메카니즘을 이용하여 CNT 에미터의 모양을 도 19 또는 도 20에 도시된 바와 같은 형태로 형성한다. 에미터의 바깥쪽의 반원 부분을 제거하여 내측의 반원부 또는 초승달부분에서만 전자방출이 일어나도록 한다. 이러한 구조로 만들어진 전자방출 소자는 전자빔을 원하는 형광체만을 발광하도록 함으로써 색순도를 향상시킬 수 있고, 실험을 통해 이를 확인하였다.

【발명의 효과】

<87> 본 발명은 카본 나노 튜브를 전자방출원으로 사용하여 전계방출 소자에 있어서, 게이트 홀의 형태를 비대칭화하고 이와 더불어 CNT 에미터의 패턴을 변형함으로써 불필요한 부분에 대한 전자의 충돌을 방지하고 따라서 색순도, 휘도를 개선할수 있다.

<88> 몇몇의 모범적인 실시예가 설명되고 첨부된 도면에 도시되었으나, 이러한 실시예들은 단지 넓은 발명을 예시하고 이를 제한하지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이며, 그리고 본 발명은 도시되고 설명된 구조와 배열에 국한되지 않는다는 점이 이해되어야 할 것이며, 이는 다양한 다른 수정이 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 일어날 수 있기 때문이다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

다수의 CNT 에미터가 그 상면에 배열되는 캐소드 전극과;

상기 CNT 에미터로부터의 전자가 통과하는 관통공을 가지는 게이트 절연층과;

상기 게이트 절연층의 관통공에 대응하는 것으로 상기 CNT 에미터에 대해 제1방향과 이에 직교하는 제2방향으로 다른 세기의 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀을 가지는 게이트 전극을; 구비하는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 게이트 홀은 일방향으로 연장된 슬롯 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 3】

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 적어도 두 개가 마주 보게 형성되며,

마주 보는 두 개의 CNT 에미터가 상기 비대칭적 게이트 홀의 하나에 대응하도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 4】

제 3 항에 있어서,

마주 보는 상기 두 CNT 에미터는 상호 마주 보는 부분이 호형이며 그 반대편은 결여된 반달 또는 초승달 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 5】

제1방향으로 연장되는 다수 나란한 캐소드 전극과;

상기 제1방향에 직교하는 제2방향으로 연장되는 것으로 캐소드 전극이 겹쳐지는 부분에 제1방향과 제2방향으로 서로 다른 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀이 형성되어 있는 다수 나란한 게이트 전극과;

상기 각 게이트 홀에 대응하여 상기 캐소드 전극 상에 형성되는 다수의 CNT 에미터와;

상기 캐소드 전극과 게이트 전극의 사이에 개재되는 게이트 절연층을; 구비하는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 게이트 홀은 일방향으로 연장된 슬롯 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 7】

제 6 항에 있어서,

상기 게이트 홀은 상기 제2방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 8】

제 5 항 내지 제 7 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 적어도 두 개가 마주 보게 형성되며,

마주 보는 두 개의 CNT 에미터가 상기 비대칭적 게이트 홀의 하나에 대응하도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서,

마주 보는 상기 두 CNT 에미터는 상호 마주 보는 부분이 호형이며 그 반대편은 결여된 반달 또는 초승달 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 10】

제1방향으로 연장되는 다수 나란한 캐소드 전극과;

상기 제1방향에 직교하는 제2방향으로 연장되는 것으로 캐소드 전극이 겹쳐지는 부분에 제 1 게이트 홀이 형성되어 있는 다수 나란한 제 1 게이트 전극과;

상기 캐소드 전극과 제 1 게이트 전극의 사이에 마련되는 상기 제 1 게이트 홀에 대응하는 제 1 관통공이 마련되어 있는 제 1 게이트 절연층과;

상기 제 1 게이트 홀에 대응하는 제 2 관통공을 가지는 제 2 게이트 절연층과;

상기 제 2 게이트 절연층상에 형성되는 것으로, 제 1 방향과 제2방향으로 서로 다른 강도의 비대칭적 전기장을 형성하는 비대칭적 게이트 홀이 형성된 제 2 게이트 전극을; 구비하는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

상기 게이트 홀은 일방향으로 연장된 슬롯 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 12】

제 11 항에 있어서,

상기 게이트 홀은 상기 제2방향으로 연장되는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【청구항 13】

제 10 항 내지 제 12 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 CNT 에미터는 적어도 두 개가 마주 보게 형성되며,

마주 보는 두 개의 CNT 에미터가 상기 비대칭적 게이트 홀의 하나에 대응하도록 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

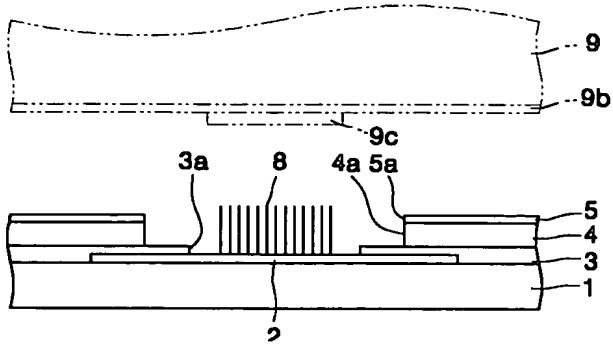
【청구항 14】

제 13 항에 있어서,

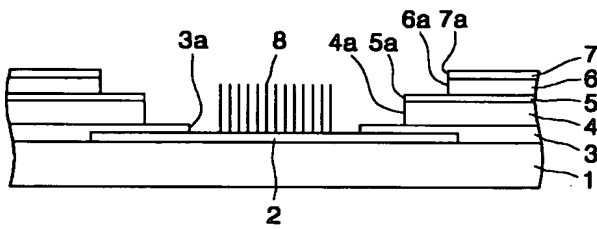
마주 보는 상기 두 CNT 에미터는 상호 마주 보는 부분이 호형이며 그 반대편은 결여된 반달 또는 초승달 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 전계방출소자.

【도면】

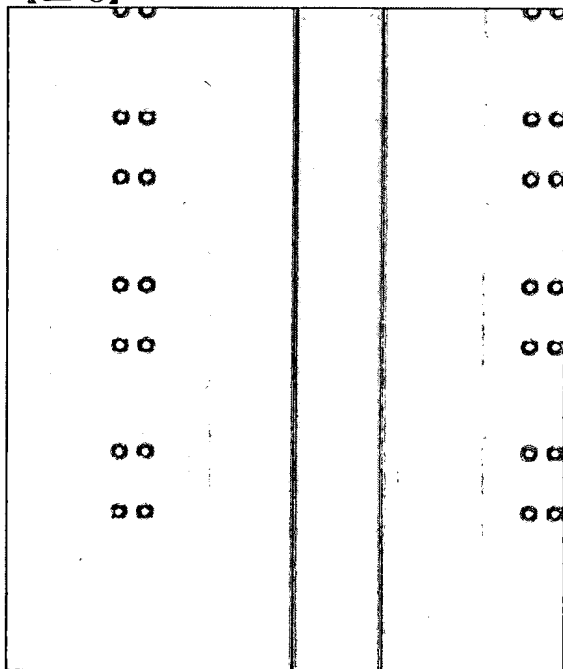
【도 1】



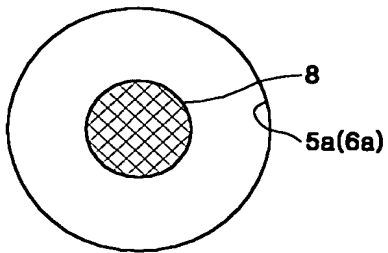
【도 2】



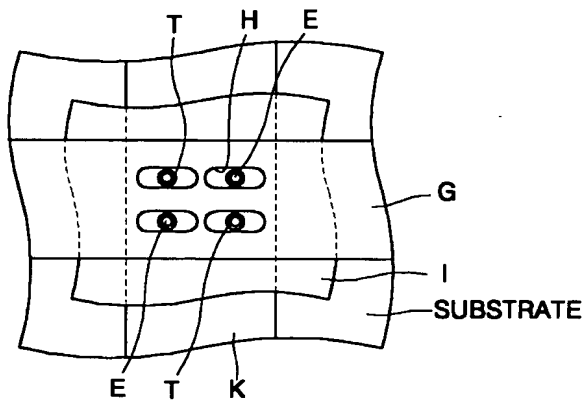
【도 3】



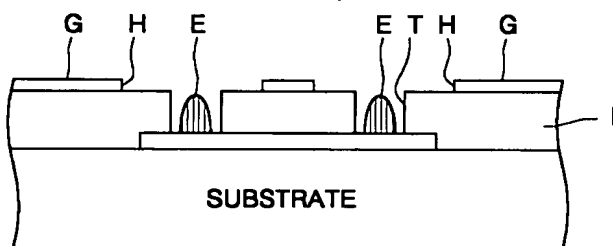
【도 4】



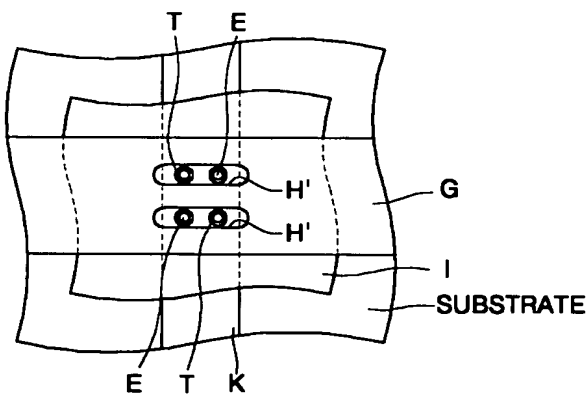
【도 5】



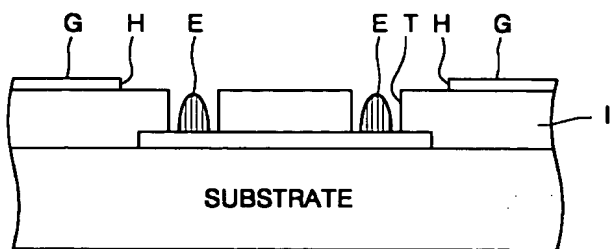
【도 6】



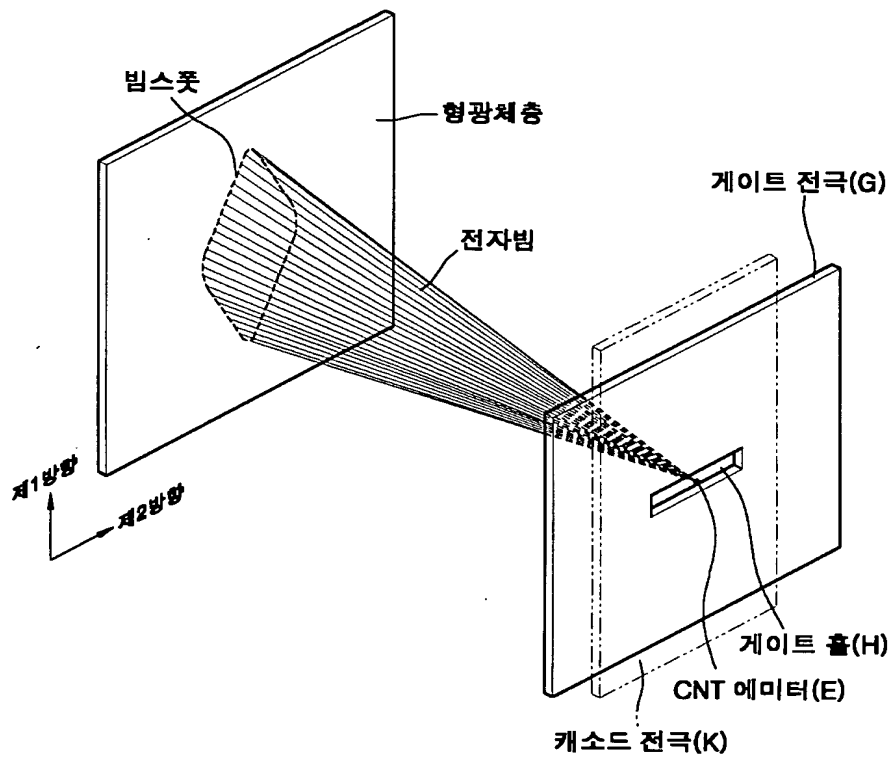
【도 7】



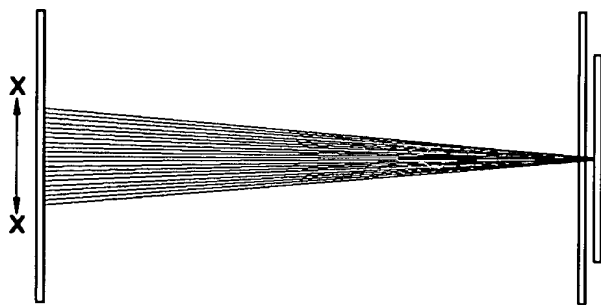
【도 8】



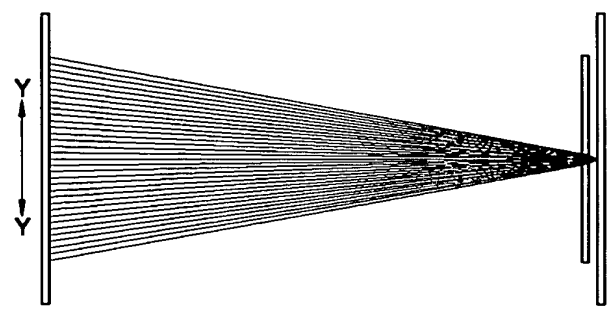
【도 9a】



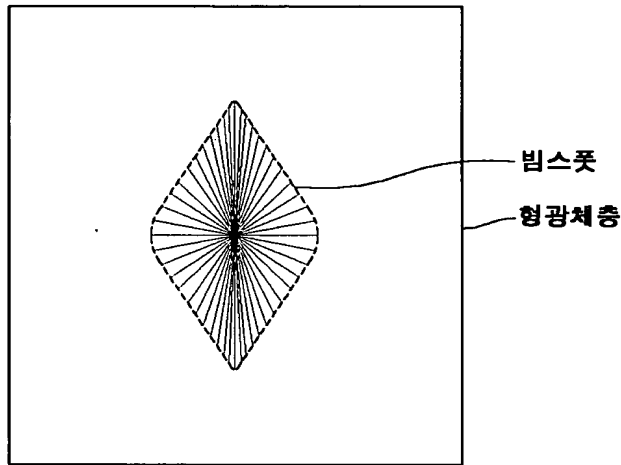
【도 9b】



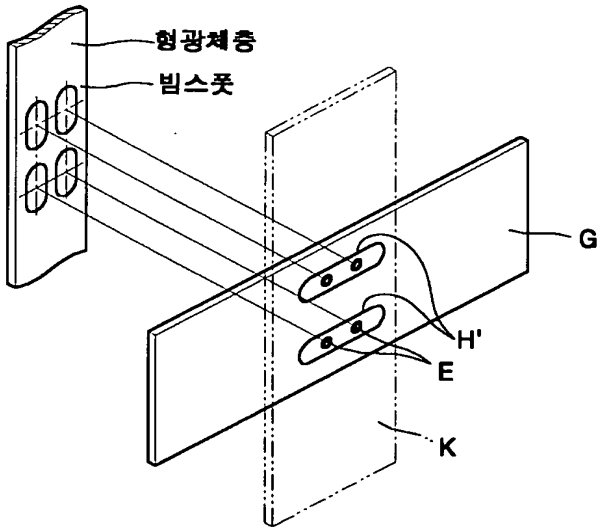
【도 9c】

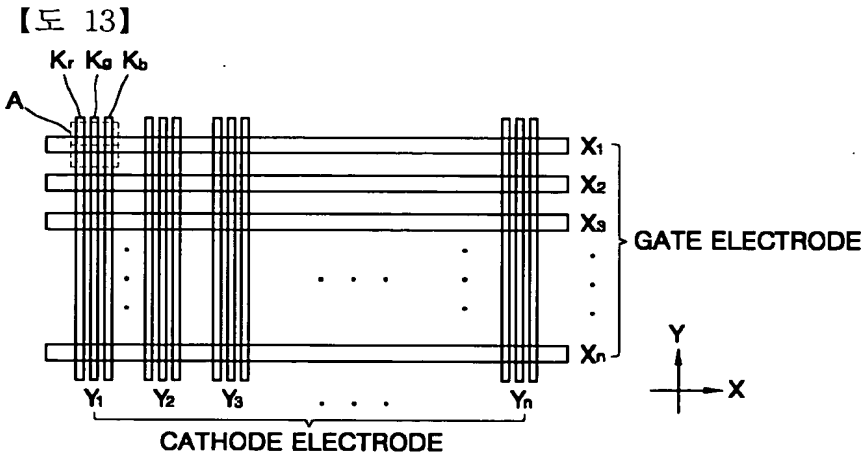
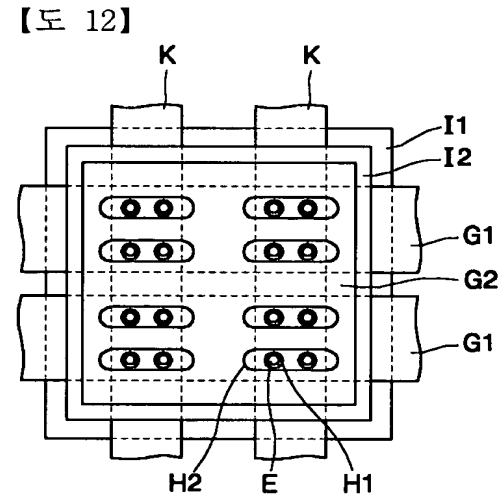
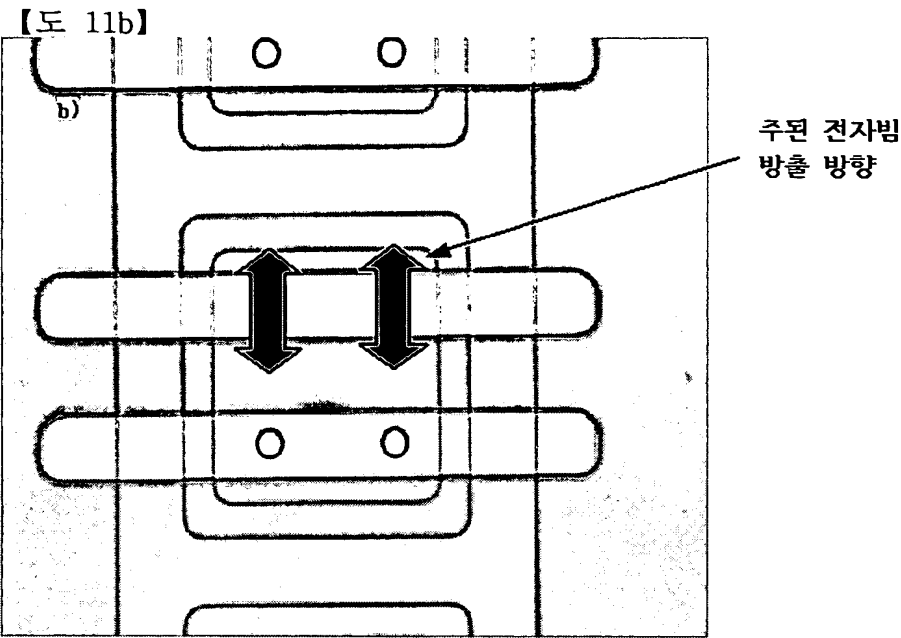


【도 10】

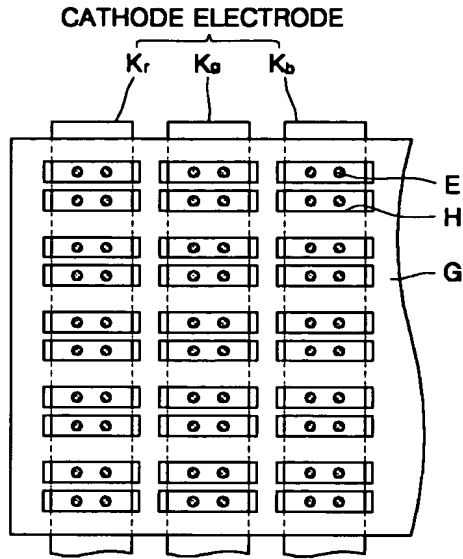


【도 11a】

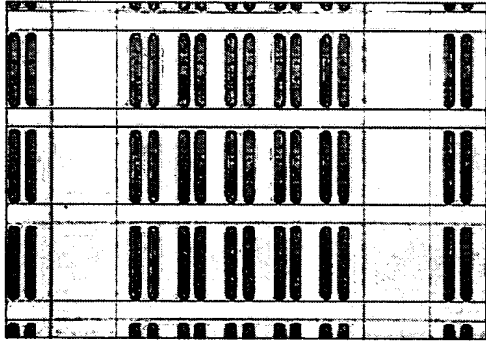




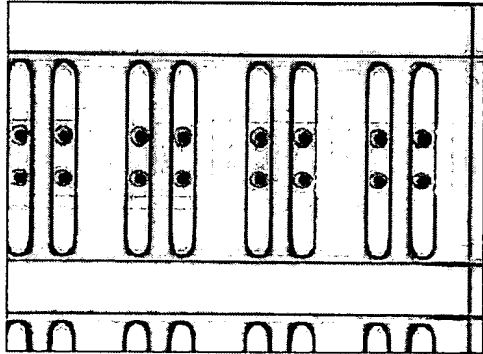
【도 14】



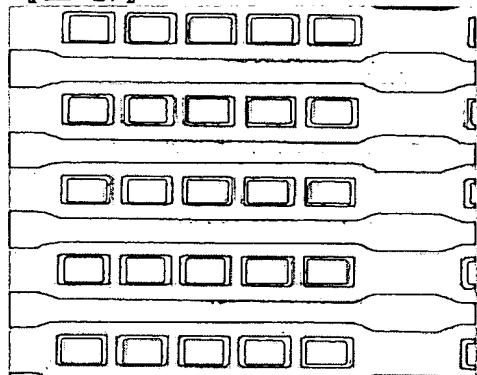
【도 15】



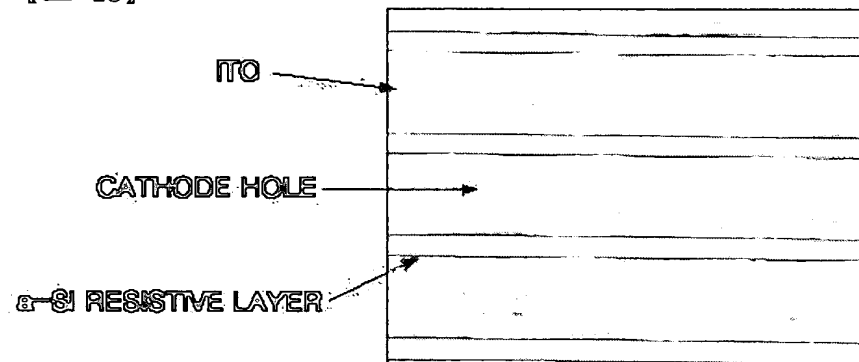
【도 16】



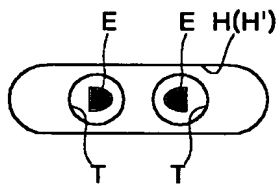
【도 17】



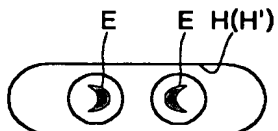
【도 18】



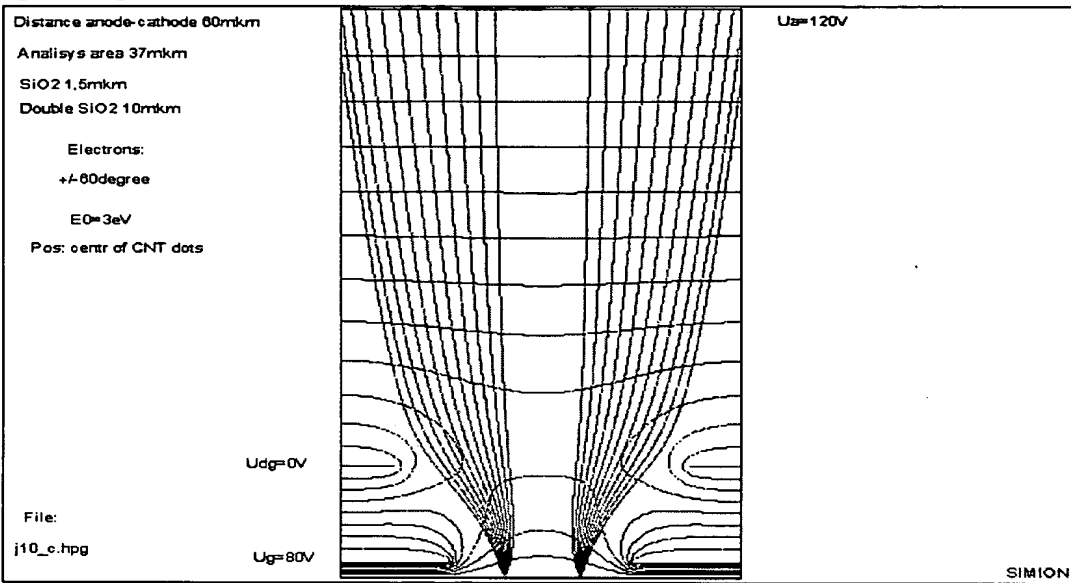
【도 19】



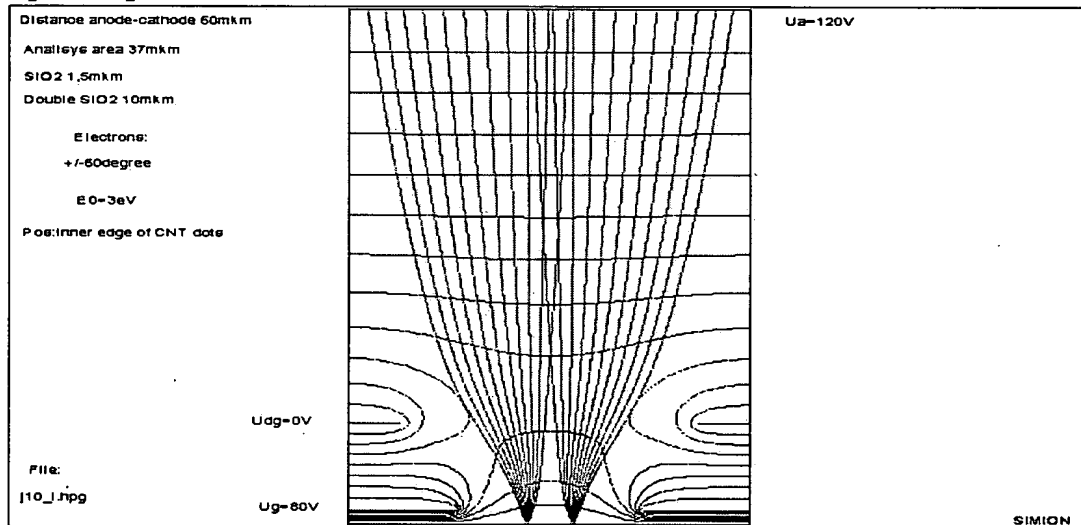
【도 20】



【도 21】



【도 22】



【도 23】

